

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-298017

⑬ Int. Cl.⁵
H 01 L 21/027

識別記号 庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)12月10日

2104-5F H 01 L 21/30 3 1 1 M

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全11頁)

⑮ 発明の名称 アライメント方法

⑯ 特 願 平1-119863

⑰ 出 願 平1(1989)5月12日

⑱ 発 明 者 鈴木 一 明 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

⑲ 出 願 人 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 渡辺 隆男

明 細 書

1. 発明の名称

アライメント方法

2. 特許請求の範囲

(1) 規則的に配列された複数のショット領域の夫々に付随して位置合わせ用のアライメントマークが形成され、その表面に感光層が形成された基板に対し、所定パターンが形成されたマスクを順次重ね合わせ露光する際に、前記基板とマスクとを相対的にアライメントする方法において、

前記基板とマスクとを相対的にアライメントするに先立って、前記アライメントマーク上の感光層を除去するようにし、この際前記感光層を除去すべきショット領域の数を、前記基板上で前記アライメントマークが欠けることなく存在しているショット領域の総数よりも少なくし、且つ互いに異なるマスク間で少なくとも一回は前記感光層を除去すべきショット領域が重複しないように定め、前記感光層が除去されたアライメントマークのみを、前記基板とマスクとのアライメントに適用す

ることを特徴とするアライメント方法。

(2) 規則的に配列された複数のショット領域の夫々に付随して位置合わせ用のアライメントマークが形成され、その表面に感光層が形成された基板に対し、所定パターンが形成されたマスクを順次重ね合わせ露光するに先立って、前記基板とマスクとを相対的にアライメントする方法において、前記基板上で前記アライメントマークが欠けることなく存在しているショット領域の総数をM、前記アライメントマークを検出すべき重ね合わせ層の数をA、i番目の重ね合わせ層において予め定められた前記アライメントマークを検出すべき前記ショット領域の数をN(i)(但し、N(i)=2, 3, ...)とした時、

$$\sum_{i=1}^A N(i) \leq M$$

を満たすと共に、互いに異なる重ね合わせ層間で重複しない前記ショット領域に付随したアライメントマーク上の感光層を除去するようにし、該感光層が除去されたアライメントマークのみを、前記基板とマスクとのアライメントに適用すること

を特徴とするアライメント方法。

(3) 前記感光層の除去を行った後、前記感光層が除去されたアライメントマークのみの位置情報に基づいて、前記基板上的ショット領域の配列座標値を算出することを特徴とする請求項第1項又は第2項記載のアライメント方法。

(4) 規則的に配列された複数のショット領域の夫々に付随して位置合わせ用のアライメントマークが形成され、その表面に感光層が形成された基板に対し、前記アライメントマークと整合し得る基準マークを有するマスクを順次重ね合わせ露光するに先立って、前記基板とマスクとを相対的にアライメントする方法において、

前記基板上で前記アライメントマークが欠けることなく存在しているショット領域の総数よりも少なくなるように、前記アライメントマークを検出すべきショット領域を選択するようにし、この際互いに異なるマスク間で少なくとも一回は前記アライメントマークを検出すべきショット領域が重複しないように定め、前記選択したショット領

域を探索するTTR(Through The Reticle)方式のDDA(Die by Die Alignment)系、或いは投影レンズを介してスポット光(シートビーム)をウエハマークに照射してマークからの回折光又は散乱光を光電検出するTTL(Through The Lens)方式のLSA(Laser Step Alignment)系等を用いて、重ね合わせ露光すべきレチクルとウエハとの相対的なアライメントを行っている。通常、フォトリソグラフィ工程におけるウエハは、その表面に1~2 μ m程度の厚さでレジスト層(感光層)が形成されているので、アライメント時にはレジスト層を介してウエハマークを光学的に検出しなければならない。従って、レジスト層の光学的な特性のため、検出すべきウエハマークからの光情報に不要なノイズ成分(スเปックル、干渉縞等)が混入し、アライメント精度を著しく低下させることがあった。そこで、マスクとウエハとのアライメント動作に先立って、ウエハマーク上のレジスト層のみを露光(ポジレジストの場合)する、或いは化学的な処理を施す、若しくは高エネルギービームを照

域に付随したアライメントマークのみを、前記基板とマスクとのアライメントに適用することを特徴とするアライメント方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、半導体素子や液晶表示素子等の製造に使用される露光装置において、回路パターンが形成されたレチクル(マスクと同義)と、ウエハ等の基板とを相対的にアライメントする方法に関するものである。

(従来の技術)

近年、半導体素子製造のリソグラフィ工程では、レチクルパターンを高分解能でウエハ上に転写する装置として、ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影型露光装置、所謂ステッパーが多用されるようになってきている。この種のステッパーでは、例えばレチクル上のアライメントマーク(レチクルマーク)と、ウエハのショット領域に付随して設けられたアライメントマーク(ウエハマーク)とを、投影レンズを介して同時に重ね合わせて照

射することによって、全てのウエハマーク上のレジスト層を除去していた。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、上記の如き従来の技術においては、アライメントに先立って全てのショット領域に対して、ウエハマーク上のレジスト層の除去を行わなければならない、アライメント時間及び除去時間が長くなってスループットが低下するという問題点があった。また、レチクルとウエハとの重ね合わせ露光後の各種基板処理工程、特にエッチング工程において、レジスト層が除去されたウエハマークは破壊され易い。このため、ステッパーでの十数層に上る重ね合わせ露光において、各層(レチクル)の露光毎にウエハマークの位置を移動させる、即ちウエハマークを打ち替える必要があるという問題点もあった。さらに、ウエハマーク上のレジスト層を除去しなくても、例えばTTR方式のDDA系を用いて重ね合わせ露光を行う場合、重ね合わせ露光に伴ってウエハマーク上のレジスト層まで感光し、上述と同様にエッチング

工程においてウエハマークが破壊されてしまうので、レチクル毎にウエハマークを打ち替えなければならず、ウエハ上のマーク形成領域が大きくなってしまいう問題点もあった。

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、スループットの低下を最小限に抑えることができ、高精度にマスクとウエハとの重ね合わせが可能なアライメント方法を得ることを目的としている。
〔課題を解決する為の手段〕

かかる問題点を解決する為本発明においては、規則的に配列された複数のショット領域SAの夫々に付随してウエハマークWMが形成され、その表面にレジスト層が形成されたウエハW〔基板〕に対し、回路パターンが形成されたレチクルRを順次重ね合わせ露光する際に、ウエハWとレチクルRとを相対的にアライメントするに先立って、ウエハマークWM上のレジスト層を除去するようにし、この際レジスト層を除去すべき（即ち、アライメントに使用する）ショット領域SAの数を、ウエハW上でウエハマークWMが欠けることなく

領域SAを選択するようにし、この際互いに異なるレチクル間で少なくとも一回はウエハマークWMを検出すべきショット領域SAが重複しないように定め、選択したショット領域SAに付随したウエハマークWMのみを、ウエハWとレチクルRとのアライメントに適用することとした。

〔作用〕

本発明では、基板上でアライメントマークが欠けることなく存在しているショット領域の総数よりも少なくなるように、アライメントに使用するショット領域を選択する。さらに、露光後の各種処理工程の種類（内容）に応じて、前層の露光工程で用いたアライメントマークの重複使用が可能か否かを決定しておき、少なくとも重複使用が不可能な互いに異なる露光工程（重ね合わせ層、マスク）間では、アライメントに使用するショット領域が重複しないよう定める。そして、このように選択したショット領域に付随したアライメントマークを、基板とマスクとのアライメントに適用することとした。このため、感光層を除去したア

存在しているショット領域SAの総数よりも少なくし、且つ互いに異なるレチクル間で少なくとも一回はショット領域SAが重複しないように定め、このレジスト層を除去したウエハマークWMのみを、ウエハWとレチクルRとのアライメントに適用することとした。また、レジスト層の除去を行った後、レジスト層が除去されたウエハマークWMのみの位置情報に基づいて、ウエハW上のショット領域SAの配列座標値を算出することとした。

また、規則的に配列された複数のショット領域SAの夫々に付随してウエハマークWMが形成され、その表面にレジスト層が形成されたウエハW〔基板〕に対し、ウエハマークWMと整合し得るレチクルマークRM〔基準マーク〕を有するレチクルRを順次重ね合わせ露光するに先立って、ウエハWとレチクルRとを相対的にアライメントする際、ウエハW上でウエハマークWMが欠けることなく存在しているショット領域SAの総数よりも少なくなるように、ウエハマークWMを検出すべき（即ち、アライメントに使用する）ショット

アライメントマークを用いてアライメントを行う場合には、上記選択したアライメントマークのみ感光層を除去するので、感光層の除去を要因とするスループットの低下を最小限に抑えることができる。また、レジスト除去の有無に関わらず、重ね合わせ露光時には少なくともアライメントに使用したアライメントマーク以外は遮光する（ポジレジスト使用の場合）ことによって、露光後のエッチング工程における未使用のアライメントマークの破壊を避けることができる。このため、次の露光工程でのアライメントマークの打ち替えが不要となって、基板に形成するアライメントマークのマーク形成領域の面積を小さくすることができる。

〔実施例〕

第1図は、本発明の実施例による方法を実施するのに好適なシステムを表す図であり、本実施例のシステムにはレジスト除去装置Aと露光装置Bとが設けられる。そこで、まず露光装置Bについて説明するが、露光装置Bとして従来の装置をそのまま利用できるため、本実施例では特開昭63

ー 2 8 3 1 2 9 号 公 報 に 開 示 さ れ て い る 露 光 装 置 を 用 い る も の と す る。

さて、超高圧水銀ランプ等の照明光源 1 は g 線、i 線等のレジスト層を感光するような波長（露光波長）の照明光を発生し、この照明光はミラー 2 を介して可変ブラインド 3 a、不図示のオプティカルインテグレータ（フライアイレンズ）等を含む照明光学系 3 に入射する。照明光学系 3 で光束の一様化等が行われた照明光は、コンデンサーレンズ 4 を通ってダイクロイックミラー 5 で垂直に反射された後、レチクル R のパターン領域 P A を均一な照度で照明する。レチクル R にはパターン領域 P A に付随して、矩形の透明窓部と回折格子マークとから成るレチクルマーク R M が形成されている。可変ブラインド 3 a の面はレチクル R と結像関係にあるので、可変ブラインド 3 a を構成する可動ブレードを開閉させて開口位置、形状を変えることにより、レチクル R の観測、視野（露光時は照明視野）を任意に選択することができる。レチクル R のパターン領域 P A を通過した照明光

たこの 2 焦点光学系 8 には、照明系（不図示）から発振される直交直線偏光の非露光波長の照明光（レーザビーム）が入射する。2 焦点光学系 8 を射出した一方の偏光（例えば P 偏光）成分から成る 2 光束は、レチクル R（レチクルマーク R M の透明窓部）及び投影レンズ 6 を介してウエハマーク W M を照射し、他方の偏光（S 偏光）成分から成る 2 光束はレチクルマーク R M（回折格子マーク）を照射する。この際、1 次元の干渉縞はマーク R M、W M 上で 2 光束の周波数差に対応して移動する（流れる）ことになる。この結果、マーク R M、W M からは夫々干渉縞の移動によって明暗の変化を周期的に繰り返すビート波面になる±1 次回折光（干渉光）が発生し、この干渉光を光電変換することにより干渉縞の明暗変化の周期に応じた正弦波状の交流信号（ビート周波数、以下、光ビート信号と呼ぶ）を検出する。この時、参照用回折格子（不図示）にも周波数が異なる 2 光束が照射され、参照用回折格子から発生する干渉光の光電信号（正弦波状の交流信号）が基準ビート

は、両側（若しくは片側）テレセントリックな投影レンズ 6 に入射し、投影レンズ 6 は回路パターンやレチクルマーク R M の像をウエハ W 上に投影する。ウエハ W の表面にはレジスト層（単層レジスト、多層レジスト、又は色素入りレジスト等）が形成され、ウエハ W はステップ・アンド・リピート方式で 2 次元移動するウエハステージ 7 上に載置される。

また、露光装置 B には回折格子マークに対して 2 方向から平行なレーザビームを同時に照射して 1 次元の干渉縞を作り、この干渉縞を用いてアライメントを行う T T R (Through The Reticle) 方式のアライメント系、特に 2 方向から照射されるレーザビームに一定の周波数差を与えるヘテロダイン法を採用したアライメント系（以下、Laser Interferometric Alignment; L I A 系と呼ぶ）が設けられている。L I A 系は複屈折物質（水晶、方解石等のレンズ）と、テレセントリックな対物レンズとを一体に組み合わせた 2 焦点光学系 8 を有し、ダイクロイックミラー 5 の上方に設けられ

信号として検出される。そして、基準ビート信号を基準としたマーク R M、W M からの光ビート信号の波形上の位相差（±180°）を、レチクル R とウエハ W との位置ずれ量として求めるものである。尚、検出された位相差は夫々マーク R M、W M の格子ピッチの 1/2 内の相対位置ずれ量に一義的に対応している。

一方、レジスト除去装置 A にはレジスト除去用のエキシマレーザ光源 1 0 とアライメント用の照明系 2 0 とが設けられ、エキシマレーザ光はレンズ系 1 1、ビームスプリッター 1 2 及びレンズ系 1 3 を介して、可変開口絞り（可変アパーチャ）1 4 を均一に照射する。可変アパーチャ 1 4 の開口像は加工用対物レンズ 1 6 によりウエハ W の表面に縮小結像される。ウエハ W の表面には、レジスト層がコーティングされ、このウエハ W は干渉計等で位置計測されて 2 次元移動するステージ 3 0 に載置される。また、照明系 2 0 からのアライメント照明光はビームスプリッター 2 1 で反射されて、アライメント用対物レンズ 2 2 に入射し、

ウエハWの表面を均一に照明する。ウエハW上のマークWMからの反射光は対物レンズ22、ビームスプリッター21を介してリレー系23を通過して観察系に導かれる。この対物レンズ22、ビームスプリッター21及びリレー系23によって、オフ・アクシス方式のウエハ・アライメント系が構成される。また、加工用対物レンズ16を介して加工点(レジスト除去部)を直接観察するため、対物レンズ16と可変アパーチャ14との間の光路中に進退可能なビームスプリッター15が配置される。このビームスプリッター15が光路中にある時、照明系20からの照明光は対物レンズ16に導かれ、ウエハW上の加工部を均一に照射する。ウエハWの表面からの反射光は対物レンズ16、ビームスプリッター15及び可変アパーチャ14を通り、さらにレンズ系13及びビームスプリッター12を介してリレー系17に入射し、観察系に導かれる。ここで、ウエハWと可変アパーチャ14とは共役なので、リレー系17を介して可変アパーチャ14の開口像と、ウエハW上の加

上のショット領域とを正確にアライメントするため、例えば特開昭61-44429号公報、又は特開昭62-84518号公報に開示されているように、拡張されたウエハ・グローバル・アライメント(以下、エンハンスド・グローバル・アライメント=E G Aと呼ぶ)方式を採用することが有望視されている。ここで、E G A方式とは1枚のウエハWを露光するのに、まず始めにウエハW上の複数のショット領域に付随したマークの位置を計測(サンプル・アライメント)した後、ウエハ中心位置のオフセット(X、Y方向)、ウエハWの伸縮度(X、Y方向)、ウエハWの残存回転量、及びウエハステージの直交度(或いはショット領域の配列の直交度)の計8つのパラメータを、マークの設計位置とマークの計測位置との差に基づいて統計的な手法で決定する。そして、決定されたパラメータの値に基づいて、重ね合わせ露光すべきセカンド(2nd)ショットの位置を設計位置から補正して順次ウエハステージをステップングさせていく方式である。この方法の利点は、

工部とが同時観察される。即ち、可変アパーチャ14の開口内にマークWMが位置するようにステージ30を位置決めした後、ビームスプリッター15を退避させて、エキシマレーザ光源10からエキシマレーザ光(パルス光)を発振させれば、ウエハマークWMを含む局所領域のみのレジスト層が気化して除去されることになる。また、レジスト層の気化した物質等は対物レンズ16に付着すると、レーザ光パワーの低下等の不都合が生じる。そこで、対物レンズ16とウエハWとの間に石英の透過板31を配置し、ウエハWと石英板31との間の空間を排気系32により減圧するようにして、気化した物質を排気系32によって直ちに取り除くようにした。上記構成において、ビームスプリッター12はダイクロミックミラーのような波長選択性のものにし、照明系20からの照明光の波長は可視域にすることが望ましい。尚、レジスト除去装置Aで加工されたウエハWは搬送装置Cによって露光装置Bに搬送される。

ところで、レチクルRのパターン像とウエハW

ウエハ露光に先立ってウエハW上の全ショット数と比べてわずかな数(3~10ショット程度)のマークの位置計測を実行した後は、最早マークの検出及び位置計測を必要としないため、スループットの向上が望めること、及び十分な数のマークをサンプル・アライメントすると、個々のマーク検出誤差が統計的な演算のもとで平均化されることになり、1ショット毎のアライメント(ダイ・バイ・ダイ、又はサイト・バイ・サイト方式)と同等、若しくはそれ以上のアライメント精度が、ウエハ全面の全てのショット領域に対して望めることである。そこで、本実施例ではL I A系を用いてE G A方式のアライメントを行うものとし、サンプル・アライメントを行うショット領域に付随したウエハマークWMのみ、レジスト除去装置Aを用いてレジスト層を除去する。このため、十分な精度でアライメントが可能となると共に、レジスト層の除去を要因とするスループットの低下を最小限に抑えることができる。

第2図は、ウエハW上のショット領域S Aとウ

エハマークWMとの配置を示す平面図であり、各ショット領域SAはX方向、Y方向に伸びた細い帯状のスクライブ領域CLによって区画されている。また、各ショット領域SAは露光装置BにおいてレチクルRの回路パターン領域が1回で投影露光される大きさに対応している。本実施例において、ウエハマークWMは1つのショット領域SAに付随した2ヶ所にX方向用とY方向用とで別に設けられ、X方向用のマークはWMx、Y方向用のマークはWMyである。ウエハマークWMx、WMyは、複数本の長い格子エレメント（バーパターン）が、夫々X、Y方向に配列された回折格子マーク（デューティは1:1）である。本実施例では、第2層目のレチクルの露光に先立ってL1A系によるEGA方式のアライメントを行う際、第2図中に示したショット領域SA1~SA10をサンプル・アライメントするため、このショット領域SA1~SA10に夫々付随したウエハマークWMx、WMyを含む領域のみのレジスト層を除去してやれば良いことになる。ここで、除去

ショット領域SA、本実施例ではショット領域SA1~SA10を決定する。この際、例えば第2図中に示したショット領域SAa、SAb、即ちウエハマークWMが欠けているショット領域SA（欠けショット）については、予めアライメントに使用可能なショット領域SA（総数）から外しておく。その後、ウエハWはレジスト除去装置Aのステージ30上に載置され、オフ・アクシス方式のウエハ・アライメント系（対物レンズ22、リレー系23等）により、ショット領域SA1~SA10に付随したウエハマークWMのうちの特定位置のマークWMが検出される。そして、このマーク像が観察系内部の指標マークと合致するようにステージ30の位置決めが行われ、この位置がステージ30の基準位置として規定される。次に、ステージ30はその基準位置、即ちウエハ・アライメント系のマーク検出の中心位置と、対物レンズ16による可変アパーチャ14の像の中心位置との機械的な間隔距離（ベースライン）、ウエハマークWMx、WMyの配列（位置）情報、

されるレジスト層の大きさ（除去領域DA）はスクライブ領域CLの幅よりも小さく、且つウエハマークWMの専有面積、例えばウエハマーク以外のパターンを設けてはならない最小の領域（所謂、マーク形成領域）よりは大きくなるように定められている。同様に、レジスト除去装置Aでのエキシマレーザ光の照射領域（可変アパーチャ14の開口像）の大きさも一義的に定められる。尚、可変アパーチャ14は開口寸法、形状を任意に変えられるので、ウエハマークWMを含むマーク形成領域（除去領域DA）の形状、寸法に適宜合致させることができる。

次に、第3図を併用して本実施例によるアライメント動作について説明する。第2図に示したように、ウエハW上には第1層目のレチクルパターン（レチクルマークRMを含む）が形成され、その表面には所定膜厚のポジレジストが形成されているものとする。さて、第2層目のレチクルRとウエハWとの重ね合わせ露光に先立って、まずL1A系によるEGA方式のアライメントに用いる

及びEGA方式のアライメントに用いるショット領域SAの位置情報等に基づいて、レジスト層を除去すべきウエハマークWMを含む除去領域DAを順次対物レンズ16の下に位置決めする。この時、可変アパーチャ14の中心にマークWMが位置したか否かを確認するため、ビームスプリッター15を光路中に入れてリレー系17を介して観察する。この時、可変アパーチャ14とウエハマークWMとにずれがあれば、そのずれ量を計測してステージ30の移動量、又は先に求めた基準位置を補正する。このチェックはウエハW上の離散的な数ヶ所のウエハマークWMに対して行えば良い。そして、ビームスプリッター15を退避させて、順次位置決めを行ってエキシマレーザ光を照射して、EGA方式のアライメントに用いるショット領域SA1~SA10に付随したウエハマークWM（WMx、WMy）上のレジスト層を除去していく。第3図は、ウエハマークWM上のレジスト層を除去する様子を示すウエハWの部分断面図である。第3図(A)はエキシマレーザ光LB

をレジスト層PRに照射する様子を示し、第3図(B)はレジスト層PRのウエハマークWMを含む除去領域DAが除去された様子を示す。レジスト層の除去は、エキシマレーザ光LBの1パルスのエネルギーが強ければ1パルスでも可能であるが、1パルスの発光時間程度で極めて急激にレジスト物質を気化させるために、除去部の境界が汚くなる。従って、1ヶ所のレジスト除去にあたっては複数パルスを与えた方がよい。

以上のように、ウエハW上のEGA方式のアライメントに用いるウエハマークWM上のレジスト層が除去されると、ウエハWは搬送装置Cによって露光装置Bのウエハステージ7上に搬送される。そして、不図示のウエハ・グローバル・アライメントセンサーによってウエハW(ショット領域SA)とレチクルRとの相対的な位置ずれが $1\mu\text{m}$ 以下の精度で補正される。これより、設計上のショット領域SAの配列座標値に応じてウエハステージ7をステップングさせれば、LIA系から照射される2光束に対してウエハマークWMが格子

ピッチの $\pm 1/4$ 内に位置決めされることになる。次に、LIA系(2焦点光学系8等)を用いてEGA方式のアライメントを行う。まず、レジスト層が除去されたウエハマークWMとレチクルマークRMとの位置ずれ量(位相差)を検出し、この位置ずれ量とウエハステージ7用のレーザ干渉計(不図示)からの位置信号とに基づいてウエハマークWMの位置を求める。そして、このレジスト層が除去されたウエハマークWMの位置情報(計測位置)のみに基づいて、統計的な手法でショット領域SAの設計位置に補正を加えて配列座標値を決定する。次に、この配列座標値に基づいてレチクルパターンをウエハW上のショット領域SAにステップ・アンド・リピート方式により順次重ね合わせ露光することによって、ウエハW上の全面についての露光を完了する。

この際、EGA方式のアライメント終了後に可変ブラインド3aが駆動され、重ね合わせ露光時にはレチクルマークRMが遮光されて回路パターンのみが照明される。このため、ウエハマークW

M上のレジスト層は感光せず、レジスト層を除去しなかったウエハマークWMはエッチング工程でも破壊されることなく保護される。従って、第3層目のレチクルRを露光するに先立って、LIA系によるEGA方式のアライメントを行う際にも、第1層目の露光で形成したウエハマークWM(第2層目の露光工程でレジスト層を除去したマークは除く)をそのまま使用することができる。当然のことながら、第3層目の露光工程においてEGA方式のアライメントで使用するウエハマークWM(ショット領域SA)は、前(第2層目)の露光工程でレジスト層が除去されなかったショット領域SAの中から決定される。この結果、レチクル毎にEGA方式のアライメントに用いるショット領域SAを重複しないように決定し、上述と同様の動作(レジスト層除去から重ね合わせ露光まで)を繰り返し行うことによって、レチクル毎にウエハマークWMを打ち替えることなく、高精度にレチクルRとウエハWとの重ね合わせ露光を行うことができる。

ここで、本実施例では露光工程(レチクル)毎にアライメントに用いるショット領域SAを重複しないように決定していたが、露光工程後の処理工程によっては(例えば、エッチング工程等がなければ)、ウエハマークWMが破壊されず、次の露光工程までウエハマークWMがそのまま保存される場合がある。このような場合には、前層(レチクル)の露光工程で使ったウエハマークWMを、次層以降の露光工程(EGA方式のアライメント)で重複使用しても良く、予め露光後の各種処理工程の種類(内容)に応じて、前層の露光工程で用いたウエハマークWMの重複使用が可能か否かを決定しておけば良い。また、EGA方式のアライメントにおいて、サンプル・アライメントするショット領域SAの数は10個に限られるものでなく、アライメント(配列座標値の決定)精度、スルーブット、及び重ね合わせ露光するレチクルRの枚数とウエハW上のショット領域SAの総数との関係を考慮して決定すれば良い。例えば、露光工程毎にサンプル・アライメントするショッ

ト領域SAの数を覚えて(例えば順次増やして)も良い。尚、ウエハW上でウエハマークWMが欠けることなく存在しているショット領域SAの総数をM、ウエハマークWMを検出すべき重ね合わせ層の数をA、i番目の重ね合わせ層において予め定められたウエハマークWMを検出すべきショット領域SAの数をN(i)(但し、N(i)=2,3,...)とした時、

$$\sum_{i=1}^A N(i) \leq M$$

を満たすと共に、互いに異なるA層の重ね合わせ層間で重複しないショット領域SAに付随したウエハマークWM上のレジスト層を除去するように定めることが望ましい。但し、n枚のレチクルRを使って(n-1)回だけ重ね合わせ露光を行い、且つ露光工程後の処理工程においてウエハマークWMが破壊されずに保存される重ね合わせ層の数をmとすると、ウエハマークWMを検出すべき重ね合わせ層の数Aは、 $A = (n-1) - m$ と規定されるものとする。

また、本実施例ではレジスト層を除去したウエ

ように構成すれば、ウエハマークWMと可変アパーチャ14とのアライメント動作を高速化できる。また、本実施例のレジスト除去装置Aの対物レンズ16、リレー系17を通した観視系を用いると、エキシマレーザ光によるレジスト層の除去領域DAや除去状態を確認して除去精度を高めることができる。それには、除去すべきウエハマークWMの領域よりも小さな領域を除去するように可変アパーチャ14を設定し、所定のエネルギー、パルス数でエキシマレーザ光を照射する。その後、可変アパーチャ14の開口を少し大きくし、ビームスプリッター15を光路中に入れて除去部分を観察する。この際、レジスト層の除去部分で段差エッジができるため、この段差エッジと可変アパーチャ14の開口エッジ部(明暗部)とのずれを光電検出すれば、広げた開口の寸法から容易に除去部分の大きさが測定できる。また、その時観視系の中にレジスト層からの蛍光を検出する系を付加しておけば、完全に除去されていないレジスト層の存在も検出できる。これはレジスト層に与える

ハマークWMをアライメントに適用していたが、本発明による方法はレジスト除去を行わないアライメントにも適用可能であって、ウエハW上のマーク形成領域の面積を小さくできるといった効果を得ることができる。例えば、TTR方式のアライメント系(ここでは、露光波長の照明光を用いるものとする)によるEGA方式のアライメントを行う場合、重ね合わせ露光に伴ってウエハマークWM上のレジスト層まで感光するので、エッチング工程においてアライメントに使用したウエハマークWMだけでなく全てのウエハマークWMが破壊されることになり、レチクル毎にウエハマークWMを打ち替えなければならない。そこで、本実施例と同様の動作でレチクル毎にアライメントに使用するショット領域SAを選び出し、この選び出したショット領域SAのみをアライメントに適用するようにし、且つ重ね合わせ露光時にはレチクルマークRMを遮光すれば良い。

以上、本発明の実施例について説明したが、可変アパーチャ14自体をXY平面内で微動させる

エキシマレーザ光の総エネルギー量を推定するのに好都合である。蛍光を検出するためにはエキシマレーザ光のパワー(ウエハW上での照度)を加工時に比べてかなり小さくして除去部分に照射すれば良い。以上の計測によって、除去すべき領域を正確に定めるための最適な開口寸法が決定でき、且つエキシマレーザ光の加工時の最適なエネルギー量(1パルスのエネルギーとパルス数)が決定できる。

また、本実施例では第2層目以降の露光工程で可変ブラインド3aを用いてレチクルマークRMの遮光を行っていたが、実際には可変ブラインド3aの設定精度等のためにレチクルマークRMを正確に遮光することは難しい。そこで、レチクルRのパターン領域PAの外側に一定幅の遮光帯を設け、その遮光帯に付随してレチクルマークRMを形成すれば、可変ブラインド3aの設定精度に関係なくレチクルマークRMを完全に遮光できる。尚、LIA系はウエハマークWMを検出した後に一定量だけウエハWを移動してショット領域SA

を露光位置に設定する、所謂サイト・バイ・サイト方式のアライメントを行うことになる。

さらに、本実施例で適用するのに好適なアライメントセンサーはTTR方式のLIA系に限られるものでない。例えば、TTL方式のLSA系、白色光を光源としてITV、CCDカメラ等でウェハマークを観察する画像処理法を用いたオフ・アクシス方式のフィールド・イメージ・アライメント(FIA)系、或いはガルバノミラー等の振動鏡を用いたスポットスキャン方式若しくはステージスキャン方式による回折光(又は散乱光)検出法を用いたオフ・アクシス方式のウェハ・アライメント系等を用いても良い。特に、FIA系によるEGA方式のアライメントを行った場合には、アライメント精度のより一層の向上が期待できる。

また、本実施例ではg線、i線等を露光用光源とするステッパーに適用していたが、DeepUV光、例えば波長248nmのKrFエキシマレーザ光を光源とするステッパーに適用しても、同様の効果を得ることができるのは明らかである。この種

の低下を最小限に抑えることができるといった効果がある。また、感光層除去を行わなかったアライメントマークは、その後のエッチング工程等を経ても破壊されることがないので、次の露光工程でもアライメントに利用することができる。つまり、露光工程(マスク)毎にアライメントに使用(感光層を除去)するアライメントマークを変えることによって、第1層目のマスクの露光工程で形成されたアライメントマークを、第2層目以降のマスクの露光工程でアライメントを行う際にもそのまま利用できることになる。この結果、マスク毎にアライメントマークの打ち替えを行う必要がなく、且つ基板上のアライメントマーク形成領域の面積を小さくでき、特にLIA系の如くマーク形成領域の面積が大きいアライメント系に好適である上に、多数種類のマスクと基板とのトータルの重ね合わせ(アライメント)精度も向上させることができるといった効果がある。さらに、本発明による方法は感光層除去を行わないアライメントにも適用可能であって、この場合にも基板上

のステッパーでは、特にレジスト除去装置Aを別設する必要はなく、ステッパーそのもので代用することができる。例えば、LSA系、FIA系等を用いてレジスト層を除去すべきショット領域SAを露光位置に設定した後、可変ブラインド3aで回路パターンのみを遮光し、露光用照明光(エキシマレーザ光)をレチクルマークRMを介してウェハマークWM上のレジスト層に照射してやれば良い。

さらに、本実施例ではレジスト除去装置Aの光源としてエキシマレーザ光を用いていたが、他の高エネルギービームを光源として用いても構わない。また、高エネルギービームをレジスト層に照射する代わりに、ウェハマークWM部分のみの露光(ポジレジスト使用の場合)、或いは化学的な処理によるレジスト除去方法を用いても良い。

〔発明の効果〕

以上のように本発明によれば、アライメントに使用するアライメントマークのみの感光層を除去するので、感光層除去を要因とするスループット

のマーク形成領域の面積を小さくできるといった効果を得ることができる。

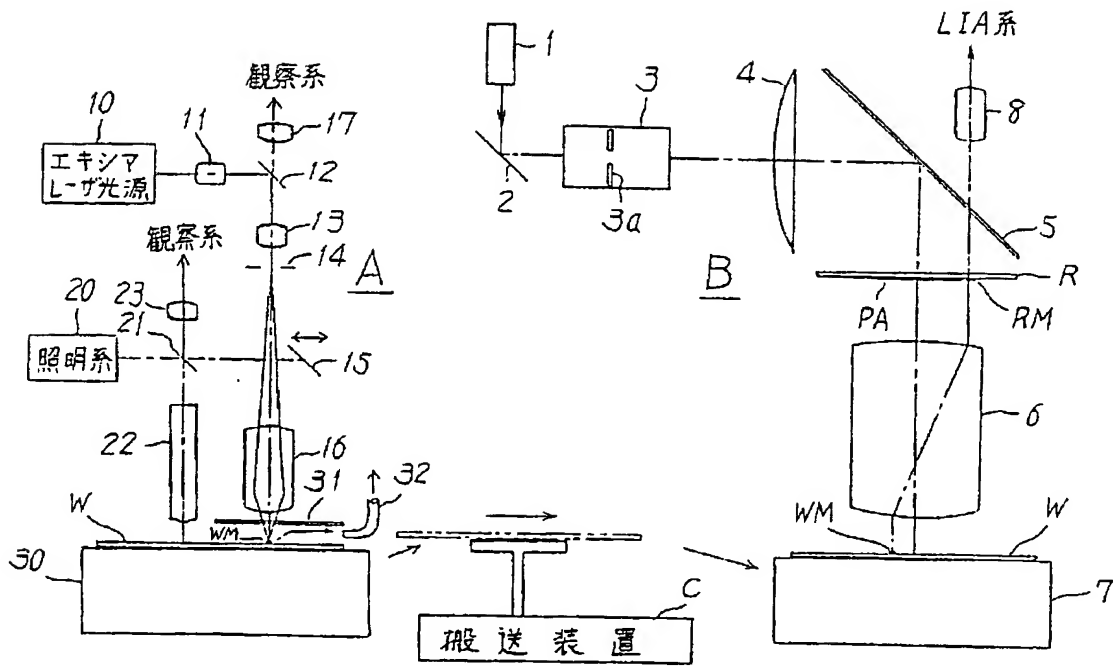
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例による方法を適用するのに好適なシステムの構成を示す平面図、第2図はウェハ上のショット領域とマークとの配列及びEGAに利用するアライメントマークを含むショット領域を示す平面図、第3図(A)、(B)はレジスト層の除去の様子を示すウェハの断面図である。
〔主要部分の符号の説明〕

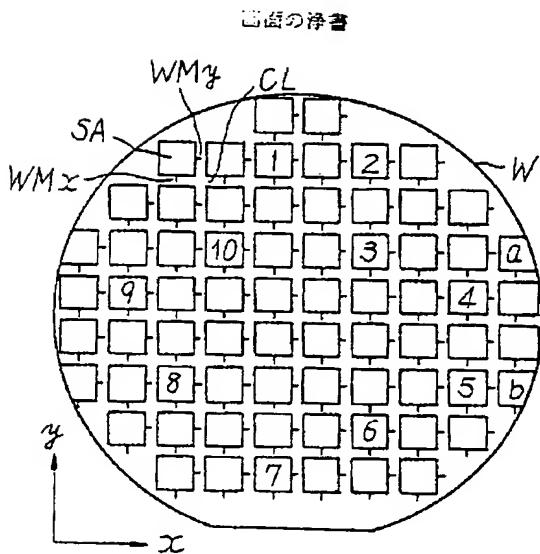
3a…可変ブラインド、8…投影レンズ、7…ウェハステージ、8…2焦点光学系、10…エキシマレーザ光源、14…可変アパーチャ、R…レチクル、RM…レチクルマーク、W…ウェハ、WM…ウェハマーク、SA…ショット領域。

出願人 株式会社 ニコン

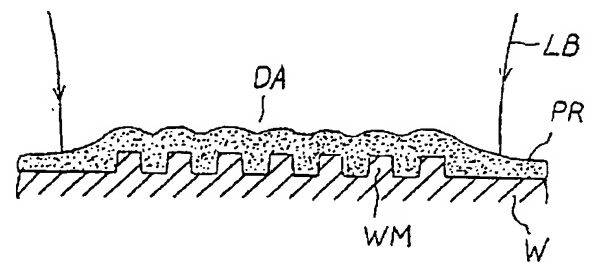
代理人 弁理士 渡辺 隆男



第 1 図



第 2 図



第 3 図 (A)



第 3 図 (B)

手続補正書 (方式)

平成1年 9月 8日

特許庁長官殿



1. 事件の表示

平成1年 特許願 第119863号

2. 発明の名称

アライメント方法



3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

名称 (411) 株式会社ニコン

代表者 取締役社長 ^{シウ} 汪 ^{ツウ} 孝 次

4. 代理人

住所 東京都品川区西大井1丁目6番3号

株式会社ニコン 大井製作所内

氏名 (7818) 弁理士 渡辺 隆 男

電話 (773) 1111 (代)



5. 補正命令の日付

平成1年8月14日 (発送日: 平成1年8月29日)

6. 補正の対象

図面

7. 補正の内容

別紙の通り。

